ISTITUTO CHIMICO AGRARIO SPERIMENTALE
DI
GORIZIA

SERIE 2ª DEI NUOVI ANNALI
PUBBLICAZIONE N. 21

RENZO CANDUSSIO

INDAGINI CHIMICO-ANALITICHE SUI FORAGGI DELLA PROVINCIA DI GORIZIA E DI TRIESTE

Nota VII: I costituenti minerali dell'erba medica: microelementi (boro, molibdeno, ferro, manganese, rame, cobalto)

ISTITUTO CHIMICO AGRARIO SPERIMENTALE
DI
GORIZIA

SERIE 2ª DEI NUOVI ANNALI
PUBBLICAZIONE N. 21

RENZO CANDUSSIO

INDAGINI CHIMICO-ANALITICHE SUI FORAGGI DELLA PROVINCIA DI GORIZIA E DI TRIESTE

Nota VII: I costituenti minerali dell'erba medica: microelementi (boro, molibdeno, ferro, manganese, rame, cobalto)

RENZO CANDUSSIO

INDAGINI CHIMICO-ANALITICHE SUI FORAGGI DELLA PROVINCIA DI GORIZIA E DI TRIESTE

NOTA VII: I COSTITUENTI MINERALI DELL'ERBA MEDICA: MICROELEMENTI (BORO, MOLIBDENO, FERRO, MANGANESE, RAME, COBALTO).

In questa Nota, la settima della serie «Indagini chimico-analitiche sui foraggi della Provincia di Gorizia e di Trieste», vengono illustrati i risultati analitici riguardanti i tenori in microelementi dell'erba medica e le loro variazioni in dipendenza delle epoche di taglio e delle zone pedoclimatiche di coltura.

Oltre ad alcuni microelementi di interesse zootecnico (ferro, manganese, rame, cobalto, molibdeno) è stato qui preso in considerazione anche il boro, che, pur non esplicando funzioni fisiologiche nell'organismo animale (32), interessa però l'agronomo come elemento di fertilità dei terreni per le colture agrarie.

Come è stato accennato nelle Note precedenti l'aspetto edafologico della composizione minerale delle piante verrà trattato in una apposita successiva Nota.

Le notizie riguardanti le modalità di campionamento, le generalità relative all'impostazione delle ricerche, ecc. sono descritte nelle precedenti Note pubblicate nei Nuovi Annali dell'Istituto Chimico Agrario Sperimentale di Gorizia.

I metodi analitici impiegati per la determinazione del ferro, manganese, rame, molibdeno e boro sono quelli descritti nella Pubblicazione n. 8 dei Nuovi Annali dell'Istituto Chimico Agrario Sperimentale di Gorizia (Serie II^{a}).

Il cobalto è stato determinato per spettrofotometria col sale nitroso R previa mineralizzazione per via umida con miscela nitroperclorica e separazione con ditizone. I dati riportati in questa Nota si riferiscono sempre alla sostanza secca (anidra per essiccamento in stufa).

Nella illustrazione che qui segue, per ogni elemento trattato viene dato un brevissimo cenno di carattere orientativo sul signi-

ficato alimentare-zootecnico di uno squilibrio, per difetto o per eccesso, dell'elemento nei foraggi.

Sull'argomento possono essere trovate esaurienti notizie in diverse specifiche pubblicazioni monografiche: recenti ottime revisioni critiche della letteratura esistente in proposito, sono quelle eseguite da Underwood (1956) (32) e da Russel e Duncan (1956) (29).

In fondo a questa nota (ai numeri 7, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 33, 34 e 35 dell'elenco bibliografico) vengono indicati i lavori finora eseguiti riguardanti il tenore in microelementi dei foraggi della regione Friuli-Venezia Giulia.

Boro.

Il boro è un costituente minerale costante e normale dei tessuti vegetali: è perciò un inevitabile componente delle diete alimentari del bestiame. Si trova presente in molti tessuti degli organismi animali nei quali però non si sa ancora se svolge una qualche funzione. Secondo la citazione di Underwood (32) tutte le ricerche finora effettuate per dimostrare la indispensabilità del boro negli animali hanno avuto esito perfettamente negativo.

Boro. (Cfr. i dati del Prospetto I). Il valore medio annuo del contenuto in boro (espresso in B ppm di sostanza secca) delle piante intere (foglie + steli) è risultato di 26.3 ± 2.46 ppm, compreso fra il valore assoluto massimo di 52.2 ppm e un valore assoluto minimo di 10.5 ppm.

Il valore medio più elevato è raggiunto al 1° taglio con 30.7 ± 3.56 ppm; il valore medio più basso è segnato dall'ultimo taglio con 21.1 ± 4.00 ppm. Le variazioni medie dei tagli non sono di grande entità: 30.7 ± 3.56 al 1° taglio, 27.0 ± 2.36 al 2° taglio, 24.4 ±3.32 al 3° taglio, 21.1 ± 4.00 al 4° taglio.

L'andamento delle variazioni stagionali nelle foglie e negli steli è illustrato dal diagramma della Fig. 1.

Il rapporto steli/foglie, medio generale dell'annata, del tenore in boro è risultato di 0.3. Non si sono verificate variazioni di notevole entità nei rapporti medi dei singoli tagli. È stata invece alquanto sensibile la variazione media del rapporto dovuta all'ambiente pedo-climatico: da 0.5 nell'erba medica dei terreni ferrettizzati dell'Alta pianura a 0.2 nell'erba medica dei terreni limo-calcarei della Bassa pianura (Cfr. Prospetto VIII).

Il tenore in boro delle piante è leggermente, tuttavia costantemente nei diversi tagli, maggiore nell'erba medica della Bassa

Prospetto I

Erba medica. Anno 1959.

Contenuto in boro (B ppm di sostanza secca).

		Foglie					Steli					Piante intere				
		1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata	1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata	1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata
1	Gorizia	36.0	28.0	35.0	39.5	34.6	14.7	11.2	15.7	16.1	14.4	25.3	18.8	23.1	28.8	24.0
4	Angoris	42.3	17.5	17.5	14.3	22.9	25.2	14.7	14.0	8.0	15.5	34.5	16.1	15.3	10.5	19.1
6	Gradisca	28.0	35.0	26.2	22.4	27.9	15.7	17.5	9.8	11.2	13.5	23.5	25.9	16.0	16.8	20.5
13	Romans	44.4	39.2	13.2	—	32.3	22.7	18.5	11.5	—	17.6	35.4	26.8	12.3	—	24.8
14	Cormons	38.5	46.2	32.2	23.1	35.0	17.5	12.9	15.0	10.8	14.0	28.6	27.0	22.8	17.4	23.9
15	Isola Morosini	18.2	42.0	64.7	—	41.6	5.2	14.3	17.5	—	12.3	10.6	27.1	34.9	—	24.2
19	Terranova	60.2	54.9	15.4	52.5	45.7	17.5	18.2	7.0	13.3	14.0	37.6	35.1	11.1	31.9	28.9
21	Cave di Selz	38.8	24.5	21.0	—	28.1	5.2	14.0	9.8	—	9.7	22.6	19.8	14.3	—	18.9
23	Brancolo	70.0	56.0	75.6	—	67.2	6.3	19.9	16.1	—	14.1	37.2	33.9	35.4	—	35.5
24	Riva Lunga	89.9	58.4	78.7	—	75.7	15.4	19.9	14.7	—	16.6	52.2	39.3	39.1	—	43.5
	Valore massimo	89.9	58.4	78.7	52.5	75.7	25.2	19.9	17.5	16.1	17.6	52.2	39.3	39.1	31.9	43.5
	Valore minimo	18.2	17.5	13.2	14.3	22.9	5.2	11.2	7.0	8.0	9.7	10.6	16.1	11.1	10.5	18.9
	Valore medio	46.6	40.2	37.9	30.3	41.1	14.5	16.1	13.1	11.9	14.1	30.7	27.0	22.4	21.1	26.3
	Em	6.68	4.44	8.02	6.88	5.50	2.21	0.97	1.07	1.35	0.69	3.56	2.36	3.32	4.00	2.46
	Cv	45.3	34.9	66.9	50.7	42.4	48.2	19.0	25.9	25.4	15.5	36.6	27.7	46.8	42.4	29.5

Prospetto II

Erba medica. Anno 1959.

Contenuto in molibdeno (Mo ppm di sostanza secca).

		Foglie					Steli					Piante intere				
		1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata	1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata	1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata
1	Gorizia	1.95	1.21	1.53	1.84	1.63	0.31	0.42	0.87	0.81	0.60	1.13	0.78	1.12	1.37	1.10
4	Angoris	0.23	0.19	0.19	0.56	0.29	0.10	0.06	0.06	0.56	0.19	0.17	0.12	0.11	0.56	0.24
6	Gradisca	0.50	0.37	0.31	0.31	0.37	0.06	0.19	0.06	0.12	0.11	0.34	0.27	0.15	0.21	0.24
13	Romans	0.03	0.03	0.03	—	0.03	0.32	0.12	0.03	—	0.16	0.15	0.08	0.03	—	0.09
14	Cormons	0.12	0.25	0.87	0.55	0.45	0.06	0.06	0.50	0.50	0.28	0.09	0.14	0.67	0.52	0.35
15	Isola Morosini	0.62	1.22	1.68	—	1.14	0.25	0.62	0.94	—	0.60	0.40	0.90	1.21	—	0.84
19	Terranova	2.12	5.73	6.20	5.64	4.92	1.50	3.56	3.44	2.82	2.83	1.79	4.56	4.79	4.16	3.82
21	Cave di Selz	0.67	1.00	0.87	—	0.84	0.37	0.27	0.06	—	0.23	0.52	0.67	0.43	—	0.54
23	Brancolo	2.12	4.12	4.63	—	3.62	0.92	2.65	2.06	—	1.88	1.50	3.22	2.89	—	2.54
24	Riva Lunga	5.45	6.00	5.00	—	5.48	2.88	2.59	2.29	—	2.58	4.15	4.30	3.32	—	2.92
	Valore massimo	5.45	6.00	5.00	5.64	5.48	2.88	3.56	3.44	2.82	2.83	4.15	4.56	4.79	4.16	3.82
	Valore minimo	0.03	0.03	0.03	0.31	0.03	0.06	0.06	0.03	0.12	0.11	0.09	0.08	0.03	0.21	0.09
	Valore medio	1.38	2.01	2.13	1.78	1.88	0.49	1.05	1.03	0.96	0.94	1.02	1.50	1.47	1.36	1.27
	Em	0.52	0.74	0.71	1.00	0.64	0.28	0.42	0.37	0.47	0.33	0.39	0.56	0.51	0.72	0.42
	Cv	119.6	116.5	106.3	125.7	108.3	132.3	126.3	114.7	110.9	112.3	122.0	119.3	110.8	118.8	104.9

Prospetto III

Erba medica. Anno 1959.

Contenuto in ferro (Fe ppm di sostanza secca).

		Foglie					Steli					Piante intere				
		1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata	1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata	1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata
1	Gorizia	88.0	94.0	100.0	100.0	95.5	46.0	56.0	50.0	46.0	49.5	67.0	73.1	69.1	75.2	71.1
4	Angoris	100.0	76.0	114.0	92.0	95.5	56.0	50.0	56.0	44.0	51.5	79.9	63.1	90.2	62.6	73.9
6	Gradisca	66.0	112.0	124.0	84.0	96.5	76.0	52.0	58.0	56.0	60.5	69.6	80.9	83.0	70.0	75.9
13	Romans	112.0	98.0	108.0	—	106.0	64.0	48.0	72.0	—	61.3	92.1	68.0	87.2	—	82.4
14	Cormons	74.0	98.0	144.0	84.0	100.0	80.0	84.0	76.0	50.0	72.5	76.8	89.9	106.9	68.2	85.4
15	Isola Morosini	76.0	88.0	118.0	—	94.0	48.0	56.0	56.0	—	53.3	59.6	70.8	78.9	—	69.8
19	Terranova	64.0	94.0	108.0	98.0	91.0	28.0	66.0	88.0	62.0	61.0	44.9	78.9	97.8	79.1	75.2
21	Cave di Selz	74.0	82.0	98.0	—	84.7	42.0	50.0	50.0	—	47.3	58.5	67.7	72.2	—	66.1
23	Brancolo	56.0	96.0	84.0	—	78.7	44.0	44.0	52.0	—	46.7	49.8	64.2	62.4	—	58.8
24	Riva Lunga	98.0	76.0	94.0	—	89.3	78.0	54.0	46.0	—	59.3	87.9	65.0	64.3	—	72.4
	Valore massimo	112.0	112.0	144.0	100.0	106.0	80.0	84.0	88.0	62.0	72.5	92.1	89.9	106.9	79.1	85.4
	Valore minimo	56.0	76.0	84.0	84.0	78.7	42.0	44.0	46.0	44.0	46.7	44.9	63.1	62.4	62.6	58.8
	Valore medio	80.8	91.4	109.2	91.6	93.1	56.2	56.0	60.4	51.6	56.3	68.6	72.1	81.2	71.0	73.1
	Em	2.12	3.53	5.38	3.37	2.43	5.59	3.62	4.31	3.31	2.55	4.96	2.73	4.62	2.85	2.40
	Cv	8.3	12.2	15.6	8.2	8.3	31.4	20.5	22.6	14.3	14.3	22.9	11.9	18.0	8.9	10.4

Prospetto IV

Erba medica. Anno 1959.

Contenuto in manganese (Mn ppm di sostanza secca).

		Foglie					Steli					Piante intere				
		1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata	1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata	1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata
1	Gorizia	52.0	50.8	63.2	59.6	56.4	10.0	3.2	10.0	14.0	9.3	30.9	24.7	30.3	38.6	31.1
4	Angoris	52.0	64.8	72.8	70.0	64.9	13.2	10.4	10.0	10.4	11.0	34.2	37.8	34.4	33.4	34.9
6	Gradisca	59.2	78.0	118.0	100.0	88.8	10.0	13.3	13.2	18.8	13.8	41.4	44.4	52.9	59.4	49.5
13	Romans	64.8	48.0	72.0	—	61.6	13.2	6.4	12.4	—	10.7	43.4	23.1	37.6	—	34.7
14	Cormons	56.0	68.0	75.2	60.8	65.0	12.4	10.0	14.0	10.0	11.6	35.4	34.5	41.8	37.2	37.2
15	Isola Morosini	36.0	31.2	32.8	—	33.3	10.0	8.8	6.4	—	8.4	20.8	19.2	16.2	—	18.7
19	Terranova	40.0	32.0	28.0	36.0	35.3	9.6	10.4	10.0	9.2	9.8	23.9	20.3	18.8	21.9	21.2
21	Cave di Selz	56.0	55.6	56.0	—	55.9	8.0	12.4	11.0	—	10.4	32.8	36.3	31.8	—	33.6
23	Brancolo	17.6	33.6	22.8	—	24.7	5.2	8.0	6.0	—	6.4	11.2	18.0	11.4	—	13.5
24	Riva Lunga	17.6	14.0	17.6	—	16.4	6.0	5.2	5.2	—	5.5	11.7	9.5	9.9	—	10.4
	Valore massimo	64.8	78.0	118.0	100.0	88.8	13.2	13.3	13.2	18.8	13.8	43.4	44.4	52.9	59.4	49.5
	Valore minimo	17.6	14.0	17.6	36.0	16.4	5.2	3.2	5.2	9.2	5.5	11.2	9.5	9.9	21.9	10.4
	Valore medio	45.1	47.6	55.8	65.3	50.2	9.8	8.8	9.8	12.5	9.7	28.6	26.8	28.5	38.1	28.5
	Em	5.31	6.27	9.83	10.33	7.01	0.87	1.00	0.77	1.78	0.77	3.58	3.45	4.45	6.08	3.84
	Cv	37.2	41.7	55.7	35.4	44.1	28.3	35.9	24.8	31.9	25.2	39.6	40.8	49.4	35.6	42.7

Prospetto V

Erba medica. Anno 1959.

Contenuto in rame (Cu ppm di sostanza secca).

		Foglie					Steli					Piante intere				
		1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata	1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata	1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata
1	Gorizia	8.6	10.6	13.4	8.8	10.4	7.4	9.0	9.2	8.4	8.4	8.0	9.8	10.8	9.4	9.4
4	Angoris	11.8	17.0	9.0	11.2	12.2	13.4	11.6	9.0	8.8	10.6	12.6	14.2	9.0	9.8	11.4
6	Gradisca	11.8	18.2	21.2	15.0	16.4	11.4	12.2	13.0	13.6	12.6	11.6	15.0	16.0	14.2	14.2
13	Romans	11.0	17.0	19.0	—	15.6	16.8	12.6	12.4	—	14.0	13.4	14.4	15.2	—	14.4
14	Cormons	19.0	18.4	17.0	14.2	17.2	16.8	12.8	13.0	12.2	13.6	18.0	15.2	14.8	13.4	15.4
15	Isola Morosini	16.0	14.4	17.8	—	16.0	11.0	9.6	11.8	—	10.8	13.0	11.8	14.0	—	12.8
19	Terranova	14.6	17.0	17.2	13.6	15.6	15.2	7.2	9.0	8.4	10.0	15.0	11.8	13.0	10.8	12.6
21	Cave di Selz	14.6	19.8	18.2	—	17.6	13.6	14.6	13.6	—	14.0	14.2	17.4	15.8	—	15.8
23	Brancolo	16.6	14.4	16.6	—	15.8	17.2	7.4	9.4	—	11.4	16.8	10.2	11.8	—	12.8
24	Riva Lunga	20.2	11.0	10.6	—	14.0	16.0	9.4	12.8	—	12.8	18.0	10.2	12.0	—	13.4
	Valore massimo	20.2	19.8	21.2	15.0	17.6	17.2	14.6	13.6	13.6	14.0	18.0	17.4	16.0	14.2	15.8
	Valore minimo	8.6	10.6	9.0	8.8	10.4	7.4	7.2	9.0	8.4	8.4	8.0	9.8	9.0	9.4	9.4
	Valore medio	14.4	15.8	16.0	12.6	15.0	13.8	10.6	11.4	10.2	11.8	14.0	13.0	13.2	11.4	13.2
	Em	1.14	0.98	1.20	1.14	0.70	1.00	0.96	0.60	1.08	0.58	0.96	0.80	0.72	0.96	0.60
	Cv	25.4	19.6	23.9	20.3	14.9	22.9	28.8	17.0	23.8	15.9	21.9	19.9	17.5	18.7	14.3

pianura con una media annua di 30.0 ppm contro una media annua di 23.4 ppm.

Ai più bassi tenori in boro dell'erba medica dell'Alta pianura corrispondono le più scarse dotazioni, talvolta decisamente deficienti, in boro assimilabile dei terreni ferrettizzati di quella zona.

Molibdeno.

Le ricerche di Ferguson, Lewis e Watson (21) nel 1938 sul «teart disease» dei bovini in Inghilterra, provocarono il primo interesse agrario per il molibdeno. Quegli Autori affermarono allora che la malattia, caratterizzata da gravi stati diarroici, era dovuta a eccesso di molibdeno nei foraggi con tenori di 20 – 100 mg di Mo per Kg di sostanza secca.

In seguito anche altrove vennero segnalate malattie del bestiame attribuite a tossicità da molibdeno: nel 1946 (Britton e Goss) (6) e nel 1948 (Barshad) (2) negli Stati Uniti; nel 1953 (Cunningham, Brown e Edie) (18) nel Canadà; nel 1950 (Cunningham) (17) nella Nuova Zelanda; nel 1954 (Hallgren, Karlsson e Weamby) (24) in Svezia.

Il limite di tossicità proposto da diversi ricercatori si troverebbe fra i 10 e i 20 mg di Mo per Kg di sostanza secca. È però sempre estremamente difficoltoso poter indicare valori precisi per i limiti di sicurezza di microelementi tossici. Secondo Mitchell (27) livelli superiori a 5-10 mg di Mo nella sostanza secca dei foraggi devono essere considerati sospetti.

Nel caso del molibdeno, secondo studi più recenti di Dick (19) (20), un limite di tossicità non sarebbe mai ben definito dipendendo esso da azioni metaboliche antagonistiche specialmente col rame e coi solfati. Così un alimento con un tenore in molibdeno alto relativamente al tenore in rame, provocherebbe disturbi per deficienza di rame. La presenza di sufficienti quantità di solfati sarebbe poi indispensabile all'esplicarsi di questa azione del molibdeno verso il rame.

Molibdeno. (Cfr. i dati del Prospetto II). Il tenore in molibdeno (espresso in Mo ppm di sostanza secca) delle piante (foglie + steli) fluttua fra il limite più elevato di 4.79 ppm e il limite più basso di 0.03 ppm. Il tenore medio generale dell'annata nelle piante intere è risultato di 1.27 ± 0.42 ppm. Le oscillazioni dei valori medi dei singoli tagli sono state di lieve ampiezza: il valore medio più elevato viene riscontrato al 2° taglio con 1.50 ± 0.56 ppm, il valore

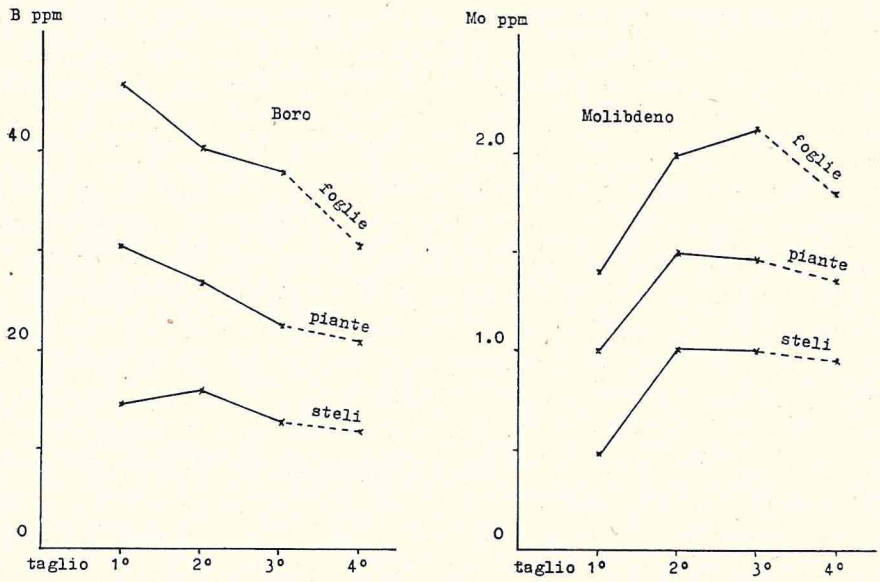

Fig. 1 e 2. Variazioni stagionali dei tenori medi in boro (B ppm di sost. secca) e in molibdeno (Mo ppm di sost. secca) delle foglie, degli steli e delle piante intere (foglie + steli) dell'erba medica della Provincia di Gorizia.

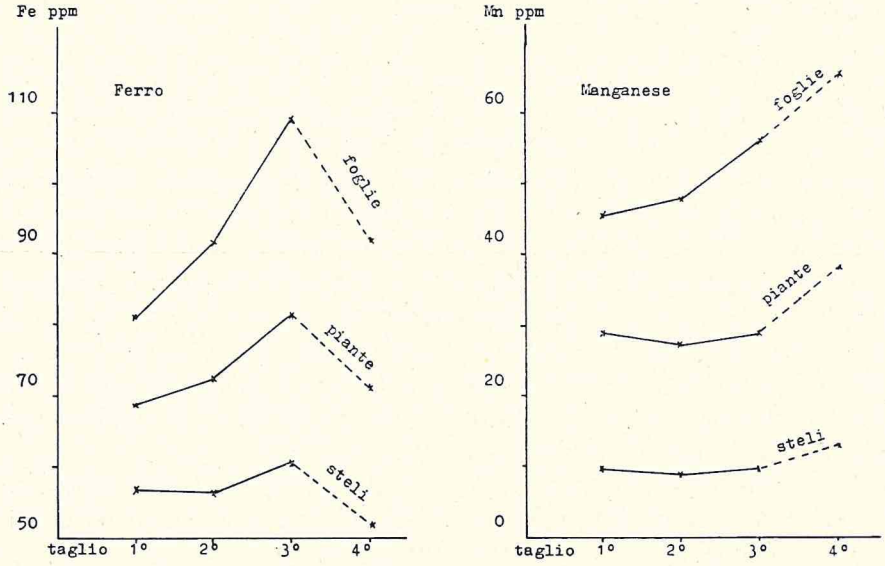

Fig. 3 e 4. Variazioni stagionali dei tenori medi in ferro (Fe ppm di sost. secca) delle foglie, degli steli e delle piante intere (foglie + steli) e in cobalto (Co ppm di sost. secca) delle piante di erba medica della Provincia di Gorizia.

medio più basso al 1° taglio con 1.02 ± 0.39 ppm. Il tenore medio in molibdeno delle foglie sta nella proporzione di 1:0.5 con quello medio degli steli (Prospetto VIII). L'andamento stagionale del contenuto medio degli steli segue fedelmente quello del contenuto medio delle foglie (Cfr. Fig. 2).

Il contenuto medio annuo in molibdeno è molto più elevato nell'erba medica proveniente dai terreni calcarei che nell'erba medica dei terreni ferrettizzati: rispettivamente 2.31 ppm e 0.35 ppm. La differenza si mantiene elevata in tutti i tagli (Cfr. Prospetto VII). Questo maggiore tenore in molibdeno delle piante coltivate su terreni calcarei proviene evidentemente da una maggiore disponibilità di molibdeno assimilabile di quei terreni, disponibilità che ad essi deriva dalla loro stessa natura calcarea. Ciò trova corrispondenza nei risultati analitici dei terreni ed è in perfetto accordo coi dati riferiti dalla letteratura.

Di interesse più agronomico che zootecnico è la constatazione di bassi tenori in molibdeno nelle erbe mediche coltivate sui terreni ferrettizzati. In particolare è degno di rilievo il campione n. 13 (Romans) che segna costantemente dei bassissimi tenori presumibilmente indicanti una decisa carenza di molibdeno nei terreni di coltura.

Ferro.

Secondo una recente revisione critica della letteratura sulla nutrizione in ferro degli animali, revisione fatta da Underwood nel 1956 (32), risulterebbe che nel bestiame bovino ovino ed equino, allevato nelle normali condizioni aziendali, non è mai stata data dimostrazione certa di turbe o anomalie dovute a carenza di ferro nelle normali diete alimentari. In altre parole, sempre secondo Underwood, le quantità di ferro contenute nei comuni foraggi, in qualsiasi paese del mondo, sarebbero sempre superiori ai probabili fabbisogni nutritivi del bestiame. Non esisterebbero perciò carenze primarie di ferro, bensì soltanto carenze condizionate da diversi possibili fattori fra i quali anche squilibri di altri elementi minerali (rame, cobalto, manganese, ecc.).

A ciò farebbero eccezione i suini nei quali si verificherebbero invece con qualche frequenza, specialmente nei lattonzoli, stati di anemia dovuti a carenza alimentare di ferro.

Anche nei vitelli lattanti può verificarsi anemia per squilibri minerali (particolarmente interessati ferro, rame e cobalto) nel latte materno.

Ferro. (Cfr. i dati del Prospetto III). Il tenore in ferro (espresso in Fe ppm di sostanza secca) medio annuo generale delle piante intere (foglie + steli) è risultato di 73.1 ± 2.40 ppm: il valore medio più basso (68.6 ± 4.96 ppm) e quello medio più alto (81.2 ± 4.62) sono stati toccati rispettivamente al 1° e al 3° taglio. Nei valori assoluti sono stati raggiunti i limiti estremi, rispettivamente più basso e più alto, di 44.9 ppm e di 106.9 ppm.

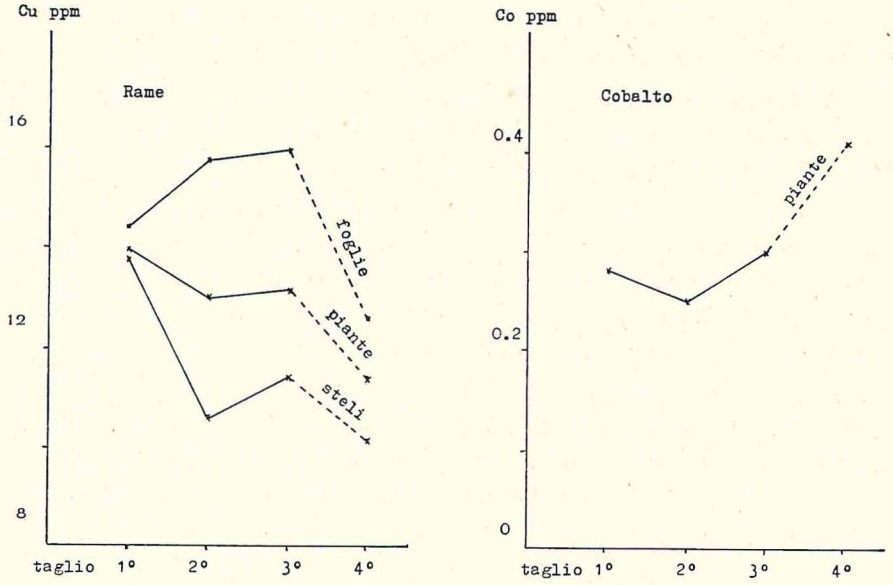

Fig. 3 e 4. Variazioni stagionali dei tenori medi di ferro (Fe ppm di sost. secca) e in manganese (Mn ppm di sost. secca) delle foglie, degli steli e delle piante intere (foglie + steli) dell'erba medica della Provincia di Gorizia.

Le variazioni stagionali nelle foglie e negli steli seguono un decorso perfettamente simile (Cfr. Fig. 3).

Le erbe mediche delle terre ferrettizzate assumono quantità relative di ferro sensibilmente più elevate che non le erbe mediche dei terreni calcarei. Le medie annue hanno il valore di 79.8 ppm nei ferretti e di 68.2 nei calcarei (Cfr. Prospetto VII).

Il rapporto medio steli/foglie del tenore in ferro delle piante intere si mantiene, per tutto l'anno e per i due ambienti pedoclimatici considerati, quasi costantemente fisso sul valore di 0.6 (Prospetto VIII).

Manganese.

La deficienza di manganese può determinare turbe della crescenza particolarmente nei riguardi del sistema osseo e delle ghiandole genitali (22) (30) (32).

Un suo eccesso sembra possa interferire sul metabolismo della tiamina provocando negli animali stati gravi di B_1 - avitaminosi. Una «anemia da foraggio» dei cavalli in alcuni paesi scandinavi avrebbe per l'appunto origine, secondo la citazione di Russell (29), da eccesso di manganese nei foraggi.

I ricercatori olandesi (25) ammettono che possa esistere qualche legame fra eccesso di manganese nei foraggi e insorgenza di fenomeni di ninfomania negli animali.

Per i bovini, secondo le indagini di Bentley e Philips (5) e successivamente di Coppenet (16), il tenore in manganese nei foraggi non dovrebbe essere inferiore a 20 mg/Kg di sostanza secca. Il contenuto ottimo, secondo Redlich (28), dovrebbe essere di 60-80 mg di Mn per Kg di sostanza secca.

In Olanda Grashuis, citato da Lehr (25), è del parere che un tenore in manganese di 100 mg/Kg nel foraggio possa risultare ancora difettoso sopratutto se vi sono altri fattori che possano interferire nelle azioni metaboliche del manganese (ferro, fosforo, calcio).

Manganese. (Cfr. i dati del Prospetto IV). I valori limiti assoluti del tenore in manganese (espresso in Mn ppm di sostanza secca) delle piante intere (foglie + steli) sono stati: il più basso di 9.9 ppm e il più alto di 59.4 ppm.

Nelle medie si nota:

— un tenore medio annuo generale di 28.5 ± 3.84 ppm;
— un tenore medio quasi costante nei singoli tagli dell'annata: 28.6 ± 3.58 ppm nel 1° taglio, 26.8 ± 3.45 ppm nel 2° taglio, 28.5 ± 4.45 nel 3° taglio e 38.1 ± 6.08 nel 4° taglio (*).

L'andamento delle variazioni stagionali del tenore in manganese degli steli decorre, nei singoli tagli, in modo del tutto simile a quello

(*) La media del 4° taglio non dovrebbe essere confrontabile con le medie degli altri tre tagli precedenti in quanto che essa deriva dai valori di cinque campioni anzichè di dieci come nei primi tre tagli. È per questa ragione che nei diagrammi delle figure la linea che unisce il valore del 3° taglio con quello del 4° taglio è stata disegnata a tratteggio.

Erba medica. Anno 1959. *Prospetto VI*

Contenuto in cobalto (Co ppm di sostanza secca).

		1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata
1	Gorizia	0.30	0.15	0.11	0.29	0.21
4	Angoris	0.23	0.13	0.20	0.15	0.18
6	Gradisca	0.22	0.27	0.22	0.13	0.21
13	Romans	0.25	0.40	0.11	—	0.25
14	Cormons	0.23	0.19	0.38	0.59	0.35
15	Isola Morosini	0.19	0.09	0.40	—	0.23
19	Terranova	0.23	0.34	0.45	0.88	0.47
21	Cave di Selz	0.21	0.25	0.14	—	0.20
23	Brancolo	0.33	0.27	0.30	—	0.30
24	Riva Lunga	0.63	0.42	0.70	—	0.58
	Valore massimo	0.63	0.42	0.70	0.88	0.58
	Valore minimo	0.19	0.09	0.11	0.13	0.18
	Valore medio	0.28	0.25	0.30	0.41	0.30
	Cv	0.041	0.035	0.059	0.143	0.041
	Em	45.7	44.6	61.7	78.6	44.2

delle variazioni stagionali del tenore in manganese delle foglie (Cfr. Fig. 4).

Le piante provenienti dai ferretti hanno costantemente un tenore in manganese più elevato relativamente alle piante provenienti dai terreni calcarei: rispettivamente, nei valori medi annuali, 36.5 ppm e 19.4 ppm. Fa eccezione il campione n. 21 (Cave di Selz) il cui tenore medio in manganese (33.6 ppm) è dello stesso ordine di grandezza di quello medio dell'erba medica dei ferretti.

Questa situazione trova plausibile ragione nella natura calcarea dei terreni della Bassa pianura e nell'elevato contenuto in manganese attivo dei ferretti dell'Alta pianura.

Il rapporto steli/foglie del tenore in manganese ha segnato un valore medio annuo generale di 0.2 e si è mantenuto praticamente fisso per tale valore nei vari tagli dell'annata sia nelle mediche dei ferretti dell'Alta pianura che su quelle dei calcarei della Bassa pianura (Cfr. Prospetto VIII).

Prospetto VII

Erba medica. Anno 1959.

Contenuto in microelementi in rapporto alle zone pedoclimatiche (ppm di sost. secca).

		Boro		Molibdeno		Ferro		Manganese		Rame		Cobalto	
		Alta pianura ferrettizzata	Bassa pianura calcarea	Alta pianura ferrettizzata	Bassa pianura calcarea	Alta pianura ferrettizzata	Bassa pianura calcarea	Alta pianura ferrettizzata	Bassa pianura calcarea	Alta pianura ferrettizzata	Bassa pianura calcarea	Alta pianura ferrettizzata	Bassa pianura calcarea
Foglie	1° taglio	37.8	55.4	0.56	2.19	88.0	75.6	56.8	33.4	12.4	16.4	—	—
	2° taglio	33.2	51.2	0.41	3.61	95.6	87.2	61.9	33.3	16.2	15.2	—	—
	3° taglio	24.8	51.0	0.58	3.67	118.0	100.4	80.2	31.4	15.8	16.0	—	—
	media	31.9	52.5	0.52	3.16	100.5	87.7	66.3	32.7	14.8	15.8	—	—
Steli	1° taglio	19.1	9.9	0.17	1.18	64.4	48.0	11.7	7.7	13.2	14.6	—	—
	2° taglio	14.9	17.2	0.17	1.94	58.0	54.0	8.6	8.9	11.6	9.6	—	—
	3° taglio	13.2	13.0	0.30	1.76	62.4	58.4	11.9	7.7	11.2	11.2	—	—
	media	15.7	13.4	0.21	1.63	61.6	53.4	10.7	8.1	12.0	11.8	—	—
Piante intere	1° taglio	29.4	32.0	0.37	1.67	77.1	60.1	37.1	20.1	13.0	15.4	0.24	0.32
	2° taglio	22.9	31.0	0.28	2.73	75.0	69.3	32.9	20.6	13.6	12.2	0.23	0.27
	3° taglio	17.9	26.9	0.41	2.53	87.3	75.1	39.4	17.6	13.2	13.2	0.20	0.40
	media	23.4	30.0	0.35	2.31	79.8	68.2	36.5	19.4	13.2	13.6	0.22	0.33

Rame.

La carenza di rame negli animali può avere manifestazioni diverse sia per l'interazione di altri fattori dietetici, vari e non tutti chiaramante noti, sia anche in conseguenza delle diverse funzioni esplicate dal rame negli organismi animali. Il prevalere di una o l'altra manifestazione non dipende solamente dai fattori esterni interagenti bensì anche, e principalmente, dalla specie animale soggetta a carenza.

Nella carenza di rame l'anemia, che si produce per mancata utilizzazione del ferro nella sintesi della emoglobina, è la manifestazione patologica più generica e comune a tutte le specie animali.

Altri stati patologici per deficienza di rame si manifestano invece con maggior frequenza o con maggior intensità in certe specie piuttosto che in altre: così le turbe nello sviluppo osseo (deformazioni e fragilità delle ossa per osteoporosi) nei bovini, negli ovini e nei suini ma non nei conigli; così i disordini nervosi (demielinazione del tessuto nervoso) caratterizzati dalla incoordinazione nel movimento degli arti (atassia enzootica neonatale nota anche coi nomi di swayback, swingback, Gingin rickets, lamkruis, renguera) frequenti negli ovini, occasionali nei caprini e molto rari nei bovini e nei suini; così la depigmentazione dei peli e della lana (acromotrichia) in tutti gli animali eccettuati i suini; così l'alopecia e la dermatosi per difettosa cheratizzazione dei peli (stringy wool) mai segnalata nei suini; così la fibrosi del miocardio (falling disease) soltanto nei bovini; così la diarrea enzootica (scouring disease, peat scours) soltanto nei bovini.

In diversi casi, come sarà più avanti accennato, trattasi con ogni probabilità non di vera carenza primaria di rame bensì di carenza condizionata da uno squilibrio con altri elementi nutritivi (più frequentemente con molibdeno e con cobalto). Da ciò l'impossibilità di definire, sia pure con una larga approssimazione, un qualsiasi limite di carenza nei foraggi.

Le numerose indagini chimiche effettuate nelle zone, sparse in tutto il mondo, in cui il bestiame era colpito da malattia a eziologia carenziale di rame, non sempre hanno fornito inequivocabili indicazioni di deficienza di rame nei foraggi. Tenori molto bassi di rame (1.1 ÷ 3.9 mg per Kg di sostanza secca) furono trovati da Beck (3) e da Bennetts e Beck (4) nei pascoli dell'Australia Occidentale nelle zone dove il bestiame era affetto da atassia en-

zootica, da «stringy wool» e da «falling disease». Secondo Underwood e Bennett (31) sono questi i casi della più estrema carenza primaria di rame finora accertata nei foraggi.

Secondo quanto riferisce Russell (29) Beck per i pascoli dell'Australia avrebbe indicato come limite di carenza dei foraggi un tenore di mg 3 di rame per Kg di sostanza secca. Tenori da 3 a 5 mg indicherebbero una zona di transizione, mentre un tenore di 5 mg sarebbe il limite della sicura sufficienza.

Rame. (Cfr. i dati del Prospetto V). La media generale annua del tenore in rame (espresso in Cu ppm di sostanza secca) delle piante ha assunto un valore di 13.2 ± 0.60 ed è stata compresa fra un valore massimo assoluto di 18.0 e un valore minimo assoluto di 8.0.

L'andamento stagionale del tenore medio delle piante intere ha segnato un massimo di 14.0 ± 0.96 al 1° taglio e un minimo di 11.4 ± 0.96 al 4° taglio.

L'ambiente pedoclimatico non ha provocato modifiche di sensibile entità nel tenore medio in rame delle piante.

Il rapporto medio steli/foglie è stato più elevato al 1° taglio raggiungendo il valore di 1.1; nei tagli successivi si è mantenuto su un valore di 0.7 ÷ 0.8.

Cobalto.

Turbe fisiologiche più o meno gravi generate dalla carenza di cobalto nei foraggi sono state segnalate in molti paesi sparsi in tutto il mondo. La conoscenza del contenuto in cobalto dei foraggi è perciò di notevole interesse economico.

Allmann e Hamilton (1) citano come limite medio di carenza nei foraggi la quantità di mg 0.07 di Co per Kg di sostanza secca.

Secondo le ricerche di Mitchell (26) gli stati carenziali insorgono quando i foraggi contengono il cobalto in concentrazione inferiore a 0.1 mg di Co per Kg di sostanza secca.

Naturalmente è difficile poter fissare un livello critico, ma probabilmente è saggia norma quella di prendere le più adatte misure precauzionali se il contenuto in cobalto dei foraggi è persistentemente inferiore a 0.08 mg/Kg di sostanza secca (27).

Rapporto steli/foglie del tenore in microelementi.

		1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	Annata
Boro	Alta pianura ferrettizzata	0.5	0.5	0.5	—	0.5
	Bassa pianura calcarea	0.2	0.3	0.2	—	0.2
	Intera provincia	0.3	0.4	0.3	0.4	0.3
Molibdeno	Alta pianura ferrettizzata	0.3	0.4	0.5	—	0.4
	Bassa pianura calcarea	0.5	0.5	0.5	—	0.5
	Intera provincia	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
Ferro	Alta pianura ferrettizzata	0.7	0.6	0.5	—	0.6
	Bassa pianura calcarea	0.6	0.6	0.6	—	0.6
	Intera provincia	0.7	0.6	0.5	0.6	0.6
Manganese	Alta pianura ferrettizzata	0.2	0.1	0.2	—	0.2
	Bassa pianura calcarea	0.2	0.3	0.2	—	0.2
	Intera provincia	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
Rame	Alta pianura ferrettizzata	1.1	0.7	0.7	—	0.8
	Bassa pianura calcarea	0.9	0.6	0.7	—	0.7
	Intera provincia	1.0	0.7	0.7	0.8	0.8

Cobalto. (Cfr. i dati del Prospetto VI). Il tenore medio generale dell'annata (espresso in Co ppm di sostanza secca) è stato di 0.30 ± 0.04 ppm. Le medie dei vari tagli sono risultate di 0.28 ± 0.04 al 1° taglio, 0.25 ± 0.03 al 2° taglio, 0.30 ± 0.06 al 3° taglio e 0.41 ± 0.14 al 4° taglio. Il massimo delle medie si sarebbe perciò verificato al 4° taglio e il minimo al 2° taglio.

Nei singoli campionamenti il tenore in cobalto delle piante intere ha oscillato fra un valore massimo assoluto di 0.88 ppm e un valore minimo assoluto di 0.09 ppm.

Il contenuto in cobalto nelle piante intere è stato sempre più elevato nelle erbe mediche della Bassa pianura calcarea relativamente al contenuto delle erbe mediche dell'Alta pianura ferrettizzata: i valori medi annuali sono stati rispettivamente 0.33 ppm e 0.22 ppm.

I rapporti minerali.

In una malattia ad eziologia carenziale non si può prescindere dal prendere in considerazione le possibili azioni antagonistiche e sinergiche che i vari elementi minerali reciprocamente svolgono.

Nei disturbi di origine nutrizionale, anche se con sindrome manifestamente specifica per una determinata carenza minerale, l'accertamento della eziologia attraverso l'analisi chimica è molto spesso reso difficoltoso dall'accavallamento di reciproche azioni di antagonismi e di sinergismi fra i vari elementi minerali. Non sempre infatti l'elemento ritenuto responsabile si trova in quantità di reale carenza nella dieta alimentare: in tali casi il ricercatore, pur restando nel solo campo della nutrizione minerale, dovrà tenere in considerazione i rapporti quantitativi intercorrenti fra l'elemento sospetto e altri elementi ad esso legati da possibili azioni chimiche e metaboliche di sinergismi e di antagonismi. Da qui la necessità di eseguire un'analisi minerale dei foraggi per quanto possibile completa.

Ma non soltanto per la valutazione dei «casi patologici». I controlli dei foraggi «normali» potranno infatti riuscire di grande utilità nello svelare eventuali deviazioni, o per difetti o per eccessi relativi, dall'equilibrio ottimo di elementi nutritivi minerali. Soltanto così potremo intervenire a ragione veduta o con adatte correzioni concimanti alle colture, nei casi possibili, o con opportune miscelazioni e apporti integrativi nelle razioni alimentari degli animali, con lo scopo di prevenire l'insorgenza anche di quelle manifestazioni subcliniche che interessano non soltanto lo stato di salute degli animali ma anche, ed essenzialmente, la loro capacità e possibilità a produrre secondo le loro attitudini e le loro destinazioni.

Nella letteratura non mancano richiami sulle interazioni fra gli elementi minerali micronutritivi contenuti nei foraggi: le interazioni fra manganese e ferro, fra ferro e cobalto, fra rame e cobalto, fra rame e ferro, fra rame e molibdeno, possono costituire gli esempi che nella letteratura, sia pure con diversa frequenza e per diversa importanza pratica, si trovano maggiormente citati.

Nei Prospetti IX e XI sono riportati i valori di alcuni rapporti calcolati sui risultati analitici dei campioni di erba medica (piante intere) considerati in questa Nota.

Un particolare cenno viene qui riservato alle interazioni del rame col ferro e col molibdeno essendo fra quelle più diffusamente trattate e più specificatamente studiate.

Rame e molibdeno. I rapporti fra rame e molibdeno hanno formato l'oggetto di numerose ricerche. Il grande interesse destato da tale studio è facilmente giustificato qualora si pensi alla frequente incidenza, diffusa in molti paesi sparsi in tutto il mondo,

Prospetto IX

Erba medica. Anno 1959.

Rapporti Fe/Mn, Ca/Mn, P/Mn.

		Fe/Mn					Ca/Mn					P/Mn				
		1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata	1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata	1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata
1	Gorizia	2	3	2	2	2	758	915	594	557	687	93	118	98	82	96
4	Angoris	2	2	2	2	2	624	567	609	527	582	79	92	89	89	87
6	Gradisca	2	2	1	1	2	712	436	380	372	460	66	57	45	39	50
13	Romans	2	3	2	—	2	629	800	594	—	654	73	122	71	—	83
14	Cormons	2	2	2	2	2	673	644	437	648	594	52	53	78	84	67
15	Isola Morosini	3	4	5	—	4	981	1056	1361	—	1118	93	146	109	—	116
19	Terranova	2	4	5	4	3	763	767	1056	735	823	103	176	189	141	149
21	Cave di Selz	2	2	2	—	2	893	744	921	—	849	71	72	63	—	69
23	Brancolo	4	3	5	—	4	1549	714	1296	—	1110	202	147	170	—	169
24	Riva Lunga	7	7	6	—	7	1692	1530	1536	—	1588	188	230	175	—	196
	Valore massimo	7	7	6	4	7	1692	1530	1536	735	1588	202	230	189	141	196
	Valore minimo	2	2	1	1	2	624	436	380	372	460	52	53	45	39	50
	Valore medio	3	3	3	2	3	927	817	878	568	846	102	121	109	87	108

Prospetto X

Contenuto in rame e in molibdeno di foraggi provenienti da zone «malate» (animali con carenza di rame) e da finitime zone «sane» di diversi paesi del mondo. *(Dati espressi in mg/Kg di sostanza secca). (da Russell e Duncan) (29).*

Stato morboso	Paese	Zone «malate»		Zone «sane»	
		Rame	Molibdeno	Rame	Molibdeno
Atassia enzootica	Australia Occid.	1.1 a 3.9		7 a 12	
	Nuova Zelanda	1.8 a 5.5	0.5 a 3.5	8.1 a 18.7	
Swayback	Inghilterra	12 a 27		12 a 24	
	Derby e Bedford	7 a 20	0.5 a 11	7 a 20	0.5 a 40
	Scozia	4.4 a 9.2	0.34 a 1.20		
Stringy wool	Queensland	2.5 a 5.1	1 a 42		
Teart	Inghilterra	11 a 18	20 a 100	11 a 18	meno di 5
Peat scours	Nuova Zelanda	1.7 a 11.3	2.5 a 16.5	1.8 a 18.7	0.5 a 3.5
Molibdenosi	California		10 a 100		meno di 10
	Manitoba		10 e più		1 a 6.4
	Irlanda	8.5 a 16	8 a 13.5	7 e più	1 a 3
Diarrea da pascolo	Olanda	5.1 a 10.5	media 8, talvolta fino a 30	3.7 a 9.4	
	(terreni torbosi)	17.8 a 23.5	2.4 a 4.2	14.7	5.4
Falling disease	Australia	1.1 a 2.2		7 a 12	
Osteoporosi	Florida	2.8 a 4.2	1.1 a 1.9		
Ipocuprosi	Aberdeenshire	2.5	0.62		
	Cheshire	8.7 a 22.7	2.3 a 7.4		
	Caithness	4.8 a 20.8	1.1 a 19.5		
	Cambridgeshire	7.0 a 15.1	1.7 a 5.8		

degli stati morbosi variamente attribuiti ora all'eccesso ora al difetto dell'uno o dell'altro dei due elementi, e qualora si consideri la gravità delle malattie prodotte e alla loro importanza nei riflessi dell'economia zootecnica di vaste regioni. La complessità e molteplicità delle funzioni del rame nell'organismo animale, unitamente alle scarse cognizioni delle funzioni metaboliche del molibdeno, hanno poi contribuito a rendere estremamente difficoltoso lo studio e a favorire il moltiplicarsi delle ricerche.

Prospetto XI

Erba medica. Anno 1959.

Rapporti Cu/Mo, Fe/Cu, Cu/Co.

		Cu/Mo					Fe/Cu					Cu/Co				
		1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata	1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata	1° taglio	2° taglio	3° taglio	4° taglio	annata
1	Gorizia	7	12	10	7	8	3	7	6	8	7	26	65	98	32	45
4	Angoris	74	118	82	17	47	6	4	10	6	6	55	109	45	65	63
6	Gradisca	34	55	106	67	59	6	5	5	5	5	53	55	73	109	67
13	Romans	89	180	506	—	160	7	5	6	—	6	54	36	138	—	57
14	Cormons	200	108	22	26	44	4	6	7	5	5	78	80	39	23	44
15	Isola Morosini	32	13	11	—	15	4	6	6	—	5	68	131	35	—	55
19	Terranova	8	2	3	2	3	3	7	7	7	6	65	35	29	12	27
21	Cave di Selz	27	26	37	—	29	4	4	4	—	4	68	69	113	—	79
23	Brancolo	11	3	4	—	5	3	6	5	—	4	51	38	39	—	42
24	Riva Lunga	4	2	4	—	4	5	6	5	—	5	28	24	17	—	23
	Valore massimo	200	180	506	67	160	8	7	10	8	7	78	131	138	109	79
	Valore minimo	4	2	3	2	3	3	4	4	5	4	26	24	17	12	23
	Valore medio	49	52	78	24	37	5	5	6	6	5	55	64	63	48	50

Attualmente è ormai accertata l'esistenza di un reciproco antagonismo fra rame e molibdeno: il livello del molibdeno nella dieta alimentare influisce sul metabolismo del rame nell'animale e viceversa il tenore in rame della razione alimentare condiziona le azioni metaboliche del molibdeno. Tale condizione non è però del tutto e sempre sufficiente a spiegare l'insorgenza di malattie da carenza o da eccesso dei due elementi: esistono infatti ancora molti punti oscuri che attendono chiarificazioni da ulteriori ricerche.

Il Prospetto X è tratto da Russell e Duncan (29). In esso sono riassunti gli estremi dei dati analitici di foraggi provenienti da zone «colpite» (bestiame affetto da malattie ad eziologia carenziale) e da finitime zone «sane» (bestiame sano) di varie parti del mondo.

Una tale presentazione è sufficiente a illustrare la situazione attuale delle ricerche.

I valori del rapporto Cu/Mo sono compresi fra un valore massimo assoluto di 506 e un minimo assoluto di 2. Il rapporto medio generale dell'annata assume un valore di 37.

Nei rapporti medi dei singoli tagli si notano variazioni non di grande entità.

Spiccata invece la differenza attribuibile al fattore pedo-climatico (località di provenienza): il valore medio (nei primi tre tagli) (*) per l'Alta pianura di terreni ferrettizzati è di 100, il valore medio per la Bassa pianura di terreni calcarei è di 11.

Rame e ferro. Le ricerche di Gubler e collaboratori (23) avrebbero dimostrato che il rame, oltre che facilitare la mobilizzazione del ferro nell'organismo animale e favorire la sua utilizzazione nella sintesi della emoglobina, ne condiziona anche l'assorbimento nel tratto gastrointestinale. Infatti nei maiali in carenza di rame quei ricercatori avrebbero accertato uno stato di anemia per mancato assorbimento del ferro pur presente nella dieta. Il ristabilimento dello stato normale di salute avveniva poi solamente se nella razione veniva aggiunto, con il rame, anche il ferro.

(*) I dati medi sono stati elaborati solamente su tre tagli. Dai conteggi è stato escluso il 4° in quanto che in tale taglio non è stato possibile effettuare tutti i campionamenti al completo.

Poco si sa ancora circa il meccanismo intimo della interazione rame-ferro e del valore ottimo del loro rapporto quantitativo: resta però accertata la stretta interdipendenza dei due elementi nelle loro azioni metaboliche.

Il rapporto Fe/Cu ha assunto un valore medio annuale generale di 5. Nei valori medi dei singoli tagli dell'annata gli scostamenti da tale valore medio sono praticamente nulli. Le variazioni del rapporto Fe/Cu nelle erbe mediche di varie provenienze non sono mai di notevole entità.

BIBLIOGRAFIA

1) ALLMAN, R. T., HAMILTON, T. S., Nutritional deficiences in livestock. *Agric. Studies N. 5, F.A.O., Rome, 1952.*
2) BARSHAD, I., *Soil Sci, 66, 187, 1948.*
3) BECK, A. B., *Austral. J. Exp. Biol. Med. Sci.,, 19, 145 e 249, 1941.*
4) BENNETTS, H. W., BECK, A. B., *Commonwealth Austr. Counc. Sci. Ind. Res., Bull. 147, 1942.*
5) BENTLEY, O. J., PHILIPS, P. H., *J. Dairy Sci., 34, 396, 1951.*
6) BRITTON, J. W., GOSS, H., *J. Amer. Vet. Med. Assoc. 108, 176, 1946.*
7) CANDUSSIO, R. VISINTINI-ROMANIN, M., *Atti 1° Conv. Friulano Sci. Nat., Udine, 4 sett. 1955.*
8) CANDUSSIO, R., VISINTINI-ROMANIN, M., *Ann. Sper. Agr., Roma, 1956.*
9) CANDUSSIO, R., *Genetica Agr., 9, 1958.*
10) CANDUSSIO, R., *Nuovi Annali Ist. Chim. Agr. Sper. di Gorizia, 2, 7, 1958.*
11) CANDUSSIO, R., *Nuovi Annali Ist. Chim. Agr. Sper. di Gorizia, 2, 8, 1958.*
12) CANDUSSIO, R., *Agrochimica IV, 1, 1959.*
13) CANDUSSIO, R., *Nuovi Annali Ist. Chim. Agr. Sper. di Gorizia, 2, 13, 1959.*
14) COMEL, A., *Annali Fac. Agr. di Milano, n. s., VI, 1958.*
15) COMEL, A. *Annali Fac. Agr. di Milano, n. s., VII, 1959.*
16) COPPENET, M., *Ann. Agr., Série A, 2, 155-218, 1959.*
17) CUNNINGHAM, H. M., *Proc. Spec. Conf. in Agric., Australia, 1949, 272, 1951.*
18) CUNNINGHAM, H. M., BROWN, J. M., EDIE, A. E., *Canad. J. Agric. Sci., 33, 254, 1953.*
19) DICK, A. T., *Austral. Vet. J., 29, 233, 1953.*
20) DICK, A. T., *Soil Sci., 81, 229, 1956.*
21) FERGUSON, W. S., LEWIS, A. H., WATSON, S. J., *Nature, 141, 553, 1938.*
22) GRANSHUIS, J., LEHR, L. L. E., BEUVERY-ASMAN, A., *«De Schothorst». Inst. Mod. Veedvoeding, 1953.*
23) GUBLER, C. J., LAHEY, M. E., CHASE, M. S., CARTWRIGHT, M. M., *Blood 7, 1075, 1952.*
24) HALLGREN, W., KARLSSON, K., WEAMBY, G., *Nord. Vetmed. 6, 469, 1954. Citato in Dick (20).*

25) LEHR, J. J., Situation en ce qui concerne les oligo-éléments et la magnésie aux Pays-Bas. *Centre Inter. des Engrais Chim., Belgrade, 1956.*
26) MITCHELL, L. L., *Soil Sci., 60, 63-70, 1945.*
27) MITCHELL, R. L., *Research 10, 357-362, 1957.*
28) REDLICH, G. C., Influence de la composition minérale du sol et de la plante sur la sauté des animaux. *Journeés C.E.T.A. Comm. E 96, 5, 1958.*
29) RUSSELL, F. C., DUNCAN, D. L., Mineral in pasture: deficiences and excesses in relation to animal health. *Commonwealth Agr. Bur., Farnham Royal, Tech. Com. 15, 2 ed., 1956.*
30) SEEKLES, L., Mode of action and occurrence of trace elements in pastures and in the blood and liver of farm animals. *Chronica Botanica Co., Waltham, 119-141, 1950.*
31) UNDERWOOD, E. J., BENNETTS, H. W., *Proc. Spec. Conf. in Agric., Australia, 1949, 266, 1951.*
32) UNDERWOOD, E. J., Trace elements in human and animal nutrition. *Academic Press, New York, 377-379, 1956.*
33) VISINTINI-ROMANIN, M., *Atti 1° Conv. Friulano Sci. Nat., Udine, 4 sett. 1955.*
34) VISINTINI-ROMANIN, M., *Boll. Soc. Adriatica Sci. Nat., Vol. 48, Trieste, 1956.*
35) VISINTINI-ROMANIN, M., *Nuovi Studi Staz. Chim. Agr. Sper. di Udine, Pubbl. 21, 1959.*

RIASSUNTO

In questa nota, settima della serie «Indagini chimico-analitiche sui foraggi della Provincia di Gorizia e di Trieste», viene riferito sulla composizione dell'erba medica relativamente ai così detti microelementi (boro, molibdeno, ferro, manganese, rame e cobalto).

Vengono riportati ed elaborati statisticamente i risultati analitici di 35 campioni di erba medica (suddivisi in foglie, steli e piante intere) provenienti da dieci località della Provincia di Gorizia (cinque dall'Alta pianura con terreni ferrettizzati, cinque dalla Bassa pianura con terreni limo-calcarei) e raccolti nei quattro tagli dell'annata 1959.

Nelle piante intere viene rilevato (vengono indicati nell'ordine: la media generale dell'annata, la massima delle medie dei singoli tagli, la minima delle medie dei singoli tagli. I dati sono espressi in ppm di sostanza secca):
boro: *26.3 ± 2.46; 30.7 ± 3.56 al 1° taglio; 21.1 ± 4.00 al 4° taglio;* molibdeno: *1.27 ± 0.42; 1.50 ± 0.56 al 2° taglio; 1.02 ± 0.39 al 1° taglio;* ferro: *73.1 ± 2.40; 81.2 ± 4.62 al 3° taglio; 68.6 ± 4.96 al 1° taglio;* manganese: *28.5 ± 3.84; 38.1 ± 6.08 al 4° taglio; 26.8 ± 3.45 al 2° taglio;* rame: *13.2 ± 0.60; 14.0 ± 0.96 al 1° taglio; 15.4 ± 0.96 al 4° taglio;* cobalto: *0.30 ± 0.041; 0.41 ± 0.143 al 4° taglio; 0.25 ± 0.035 al 2° taglio.*

È risultato che le piante di erba medica provenienti dai terreni calcarei della Bassa pianura, in confronto a quelle provenienti dai terreni ferrettizzati dell'Alta pianura, hanno dimostrato di possedere (nella media annuale): un maggiore tenore in boro (differenza alquanto sensibile): un maggiore tenore in molibdeno (differenza molto rilevante); un minore tenore in ferro (differenza sensibile); un minor tenore in manganese (differenza piuttosto rilevante); un tenore in rame praticamente uguale; un maggior tenore in cobalto (differenza alquanto sensibile).

I rapporti steli/foglie del tenore dei vari elementi hanno segnato i seguenti valori medi generali: boro 0.3, molibdeno 0.5, ferro 0.6, manganese 0.2, rame 0.8.

Sono infine elaborati alcuni rapporti minerali di importanza alimentare-zootecnica (Fe/Mn, Ca/Mn, P/Mn, Cu/Co, Fe/Cu, Cu/Mo) e indicate le relative variazioni stagionali nelle due zone pedo-climatiche considerate.

Tip. Budin - Gorizia 1961